

# TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE HIDROMEL ENRIQUECIDO COM CAJÁ POR VIA FERMENTATIVA

**Hanna Gomes Alencar<sup>1</sup>; Ernesto Acosta Martínez<sup>2</sup>; Thaíse Souza Amorim<sup>3</sup> e  
Giovani Brandão Mafra de Carvalho<sup>4</sup>**

1. Bolsista PIBITI/CNPq, Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [hannalencar@hotmail.com](mailto:hannalencar@hotmail.com)
2. Orientador, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [ernesto.amartinez@yahoo.com.br](mailto:ernesto.amartinez@yahoo.com.br)
3. Participante, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [thaaise.s@gmail.com](mailto:thaaise.s@gmail.com)
4. Coordenador do projeto, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [giovanibrandao.uefs@gmail.com](mailto:giovanibrandao.uefs@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** mel; cajá; hidromel.

## INTRODUÇÃO

A cajá é o fruto da cajazeira (*Spondias mombin* L.) fazendo parte da família botânica Anacardiaceae. A região Nordeste do Brasil possui a flora mais rica do mundo e apresenta um grande potencial para a produção de mel. O mel produzido na região pode ser avaliado como o mais puro do Brasil e até do mundo por ser procedente de plantas nativas livres de agrotóxico e produzido por abelhas africanizadas que são mais resistentes a doenças (Bayma, 2008). O hidromel é uma bebida alcoólica (12 a 18% v/v) fermentada a partir de mel, água e levedura, podendo ser aditivado com ervas, especiarias e frutas durante ou após a fermentação, o que resulta em uma ampla variedade de produtos possíveis (Berry, 2007). O alto teor de açúcar do mel inibe o desenvolvimento de microrganismos, contudo, quando diluído, o mel é fermentado pelas leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (Rivaldi *et al.*, 2009). Devido ao seu sabor e aroma característicos e a sua longa história de produção em nível mundial, existem atualmente nichos de comercialização de hidromel constituídos por consumidores exigentes por bebidas e alimentos de origem orgânica, o que estimula ainda mais esse mercado (Berry, 2007). O trabalho tem como objetivos avaliar o efeito da concentração de polpa em pedaços de cajá no mosto na produção de hidromel por *Saccharomyces cerevisiae*.

## MATERIAL E MÉTODOS

1. Matéria prima: Foi utilizado o cajá vendido no comércio de Feira de Santana - BA. Realizada a seleção das frutas, higienizamo-las com solução clorada (200 ppm) por 20 min e enxaguados com água filtrada. As frutas foram descascadas e cortadas em fatias. A polpa em pedaços foi acondicionada em sacos de polietileno, embalados a vácuo e armazenados sob temperatura de congelamento. Foram realizadas as análises físico-químicas da polpa tais como pH, acidez, vitamina C e cinzas (Instituto Adolfo Lutz, 2008), proteínas (Galvani & Gaertner, 2006) e densidade e sólidos solúveis por refratômetro. O mel proveniente da Central de Cooperativas dos Apicultores da Bahia (CECOAPI) de Ribeira do Pombal - BA foi pasteurizado nas melhores condições segundo Anjos & Martínez (2015).
2. Processo de fermentação: Foi realizada a propagação da levedura em frasco Erlenmeyer de 250 mL contendo 0,3 g da levedura, 53,55 mL de água esterilizada, 21,45 mL de mel e agitados em shaker a 150 rpm e 30°C por 24h. Foi realizada contagem em câmara de Neubauer e viabilidade celular pelo uso de azul de metileno. As fermentações foram realizadas em frascos Erlenmeyer de 500 mL contendo 300 mL de meio, utilizando concentrações de polpa de cajá em pedaços de 0, 10, 20 e 30% com relação ao mosto de mel contendo sulfato de amônio (0,3 g/L) e cloreto de magnésio (0,05 g/L) nas condições de pH 4,5, 30°C durante 240 h e inoculados com  $3 \times 10^6$  cel/mL

de *S. cerevisiae* Montrachet. No decorrer do processo fermentativo foram retiradas amostras para análises de sólidos solúveis e concentração celular em câmara de Neubauer. 4. As concentrações de sacarose, glucose, frutose, etanol, glicerol e ácido acético na fermentação sem adição de polpa foram determinados em cromatografia líquido de alto desempenho (HPLC) (Waters 410, USA) usando uma coluna BIORAD AMINEX HPX-87H (300 × 7.8), detector de índice de refração RID 6A, usando ácido sulfúrico 0,01N como eluente, taxa de fluxo de 0,6 mL/min e 45 °C de temperatura na coluna.

## RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

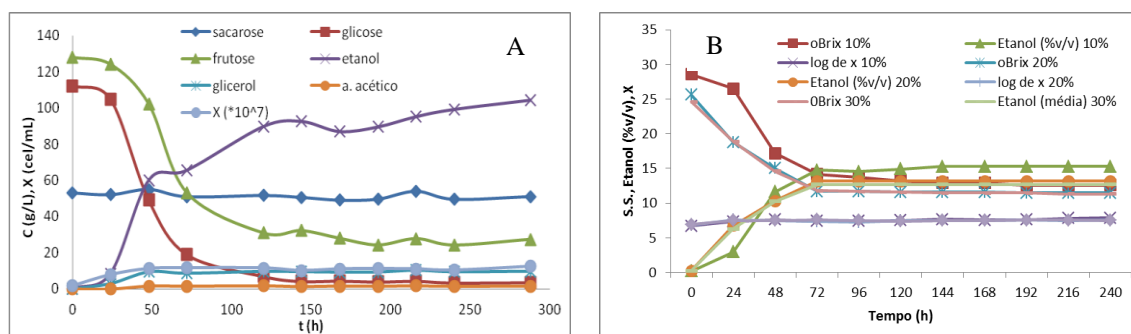
Na Tabela 1 são apresentadas as características físico-químicas das polpas de cajá em pedaços *in natura* e as reportadas na literatura.

Tabela 1. Características físico-químicas da polpa de cajá em pedaços *in natura* e valores reportados na literatura.

Propriedades	In natura	Oliveira <i>et al.</i> (2014)	Mattietto <i>et al.</i> (2010)
pH	2,58 ± 0,003	2,56 ± 0,08	2,53 ± 0,01
Sólidos solúveis (SS, °Brix)	12,8 ± 0,047	9,06 ± 3,02	10,09 ± 0,00
Acidez titulável (AT, %)	1,47 ± 0,146	1,29 ± 0,25	1,86 ± 0,01
SS/AT	9,78 ± 0,036	7,09 ± 2,41	5,42 ± 0,01
Vitamina C (mg/100 g)	5,98 ± 0,081	6,80 ± 1,86	23,72 ± 0,08
Cinzas (%)	0,35 ± 0,018	-	0,58 ± 0,02
Proteínas (%)	0,95 ± 0,025	-	0,82 ± 0,01
Densidade (g/mL)	0,77 ± 0,018	-	-

O valor de pH encontrado neste trabalho foi de 2,58 maior que o mínimo (2,2) estabelecido pela legislação brasileira (Brasil, 2000) e similar aos observados por Oliveira *et al.* (2014) e Mattietto *et al.* (2010). A cajá *in natura* possui um teor de sólidos solúveis totais de 12,8 °Brix. Frutas com menores teores de sólidos solúveis, porém de acordo com a legislação brasileira que estabelece valores mínimos de 9 °Brix (Brasil, 2000), foram verificadas por Oliveira *et al.* (2014) e Mattietto *et al.* (2010). A diferença entre esses valores pode estar relacionada com o grau de maturação das frutas, o tipo de solo e nutrientes assim como das condições climáticas durante o cultivo. A relação SS/AT de frutas indica a doçura dos frutos para seleção de uma melhor matéria-prima, quanto maior for a razão SS/AT, mais doces serão as frutas. As frutas utilizadas neste trabalho possuem uma maior doçura (9,8) o que pode indicar que possui maior estágio de maturação apresentando valor intermédio de AT com as outras polpas reportadas na literatura e dentro do estabelecido pela legislação (maior que 0,9). A legislação brasileira apresenta parâmetros de qualidade em vitamina C de polpas, apenas, para a acerola, cupuaçu, graviola, caju e goiaba. A polpa de cajá em pedaços apresentou um valor similar de concentração de vitamina C (5,98%) que o contido nas polpas comercializadas segundo Oliveira *et al.* (2014). Polpas de cajá com maiores concentrações de vitamina C, valores similares de cinzas e menores de proteína foram relatadas por Mattietto *et al.* (2010).

Na Figura 1 A e B apresentam-se os perfis de concentração de açúcares (sacarose, glucose e frutose), etanol, glicerol, ácido acético e células durante a fermentação do mosto de mel e água (30 °Brix) e de sólidos solúveis, etanol e células com 10, 20 e 30% de polpa de cajá em pedaços pela levedura *S. cerevisiae* Montrachet, respectivamente. O mosto tinha uma composição inicial de açúcares de 53,1 g/L de sacarose, 112,2 /L de glucose e 127,9 g/L de frutose.



**Figura 1:** A. Concentrações de açúcares (sacarose, glicose e frutose), etanol, glicerol, ácido acético e concentração celular durante a fermentação do mosto de mel e água (30 °Brix) e B: Perfis de sólidos solúveis (°Brix), concentração de etanol e células durante a fermentação do mosto de mel e água (30 °Brix) com 10, 20 e 30% de polpa de cajá pela levedura *S. cerevisiae* Montrachet.

A concentração de sacarose se manteve praticamente constante ao longo do processo fermentativo e os fermentados obtidos com 10, 20 e 30% de polpa contêm sólidos solúveis finais iguais a 12,3; 11,4 e 11,2 que podem estar relacionados com a sacarose do meio a qual por ser um dissacarídeo não pode ser metabolizada pelo microrganismo (Figura 1A, B). Após 48 h de fermentação foram constatados consumos acentuados de 56,25% de glicose e de 20,13% de frutose pela *S. cerevisiae* os quais foram usados na produção de 60,0 g/L de etanol (7,55%v/v), 9,4 g/L de glicerol e 1,5 g/L de ácido acético assim como para o crescimento celular ( $6,2 \times 10^7$  cel/mL). Consumos de 83,1% e 58,52% de glicose e frutose, respectivamente e a produção de 65,5 g/L de etanol e  $10 \times 10^7$  cel/mL foram verificados após 72 h de fermentação (Figura 1A). Ao final do processo fermentativo foi produzido um hidromel contendo 3,6 g/L de glicose (96,8% de consumo), 27,4 g/L de frutose (78,6% de consumo), 104,3 g/L de etanol (14,7%v/v) e concentração celular de  $12,4 \times 10^7$  cel/mL. As concentrações de glicerol e ácido acético se mantiveram praticamente constantes no hidromel a partir das 48 h de fermentação. Houve um consumo menos acentuado dos açúcares fermentescíveis pelo microrganismo a partir das 72 h de fermentação que apresentou consumo simultâneo dos açúcares porem com maior consumo de glicose com relação à frutose ao longo do processo fermentativo. Nas primeiras 48 h de fermentação, independentemente da concentração de polpa utilizada no mosto, observa-se uma diminuição acentuada do teor de sólidos solúveis (°Brix) e um aumento na produção de etanol pela levedura (FIGURA 1B). Após 48 h de fermentação foram constatados consumos aproximados de 39,9%, 41,4% e 40,7% de substrato pela *S. cerevisiae* os quais foram usados na produção de 91,72 g/L (11,63%v/v), 81,46 g/L (10,32%v/v) e 80,86 g/L (10,25%v/v) de etanol, assim como para o crescimento celular ( $4,03 \times 10^7$  cel/mL,  $3,19 \times 10^7$  cel/mL e  $3,02 \times 10^7$  cel/mL) com o uso de 10, 20 e 30% de polpa de cajá em pedaços no meio de fermentação, respectivamente. Após 72 h de fermentação o teor de sólidos solúveis e a concentração de etanol o número de células se mantiveram praticamente constantes no processo fermentativo independentemente da concentração de polpa de cajá em pedaços utilizada no meio de fermentação. Consumos de aproximadamente 50,52%, 54,5% e 52,1% de açúcares (diminuição de teor de sólidos solúveis), com produção de etanol de 114,7 g/L 103,8 g/L e 100,00 g/L e de células de  $2,575 \times 10^7$  cel/mL,  $2,27 \times 10^7$  cel/mL e  $3,93 \times 10^7$  cel/mL, foram verificados após 72 h de fermentação nos meios contendo 10, 20 e 30% de polpa de cajá em pedaços, respectivamente. Ao final do processo fermentativo (240 h) foram produzidos hidroméis contendo concentrações de etanol de 120,7 g/L (15,3%v/v), 103,7 g/L (13,5%v/v) e 100,1 g/L (12,7%v/v) e de células de  $7,29 \times 10^7$  cel/mL,  $3,47 \times 10^7$  cel/mL e  $3,18 \times 10^7$  cel/mL, respectivamente com o uso de 10, 20 e 30% de polpa de cajá em pedaços no mosto. Em outras palavras, foram consumidos 55,9%, 55,1% e 54,1% de açúcares na fermentação com 10%, 20% e 30% de polpa de fruta em pedaços, respectivamente. Maiores valores de viabilidade celular (99%) foram

obtidos com o uso de polpa que no meio mel e água (96%). O maior valor (1,88 g/L.h) de produtividade em etanol (Qp) foi obtido durante a fermentação do hidromel com 10% de polpa após 48 h de fermentação. Com relação ao fator de conversão de substrato em etanol os valores obtidos (0,39 a 0,42 g/g) significam que foram produzidos entre 39 e 42 g de etanol por cada 100 g de açúcares metabolizados pela levedura no processo fermentativo. Maior valor de eficiência de fermentação (82,15%) foi obtido no meio sem adição de polpa após 48 h de fermentação. Valores entre 80,2% e 78,3% de eficiência foram obtidos com o uso de 10 a 30% de polpa no meio de fermentação. Ilha *et al.* (2008) a partir da fermentação do mel silvestre diluído em água (21°Brix) nas condições de temperatura ambiente e pH 4,5 durante 84 h de fermentação obteve um hidromel com teor alcoólico de 8,02% (v/v), rendimento de fermentação de 41,53% e eficiência de fermentação de 81,27%.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polpa de cajá possui características físico-químicas com valores maiores aos estabelecidos pela legislação brasileira para seu uso em alimentos. O hidromel pode ser produzido com o uso de polpa de cajá em pedaços. Maior produção e produtividade volumétrica em etanol foram obtidas com o uso de 10% de polpa no meio de fermentação. Valores similares de fator de conversão de substrato em etanol e de eficiência da fermentação foram obtidos no meio contendo água e mel e com a adição de 10% de polpa em pedaços de cajá.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, M. B.; MARTINEZ, E. C. 2015. *Efeito do tratamento térmico nas propriedades físico-químicas e microbiológicas do mosto do mel*. Trabalho de Iniciação Científica – PROBIC. Feira de Santana.
- BAYMA, A. B. 2008. *Perfil sensorial e instrumental de méis silvestres de abelhas africanizadas (Apis mellífera) das cinco mesorregiões do estado de Maranhão*. Tese de Doutorado UFRRJ, Soropédica, RJ.
- BERRY, B. 2007. *The global mead market: opportunities for canadian mead exporters*. Ottawa, Ontário; Agriculture and Agri-Food Canada. Disponível em: <[http://atssea.agr.gc.ca/canada/4347\\_e.htm](http://atssea.agr.gc.ca/canada/4347_e.htm)>. Acesso em: 21 de Março de 2016.
- BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa no 01, de 07 de janeiro de 2000*. Aprova o Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 09 mar. 2011
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. 2006. *Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta*, Corumbá-MS., Maio. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT63.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- ILHA, E. C.; BERTOLDI, F.C; REIS, V. D. A.; SANT'ANNA, E. 2008. *Rendimento e Eficiência da Fermentação Alcoólica na Produção de Hidromel*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). ISSN 1981-7215. Dezembro.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. 2010. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, 13(3):156-164, jul./set.
- OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; FREITAS, T. G. G.; SANTOS, F. K. G. 2014. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas na cidade de Mossoró-RN. *Revista Verde*, 9(2): 248 - 255, abr-jun.
- RIVALDI, J.D.; SILVA, M. M.; COELHO, T. C.; OLIVEIRA, C. T.; MANCILHA, I. M. 2009. Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por *Saccharomyces cerevisiae* IZ 888. *Brazilian Journal of Food Technology*, VII BMCFB.